対象年齢(たいしょうねんれい)：9歳以上(さいいじょう)

これは魔術(まじゅつ)？ 光(ひかり)の科学(かがく)じっけんセット説明書(せつめいしょ)

海のそこや土の中に住(す)んでいる生き物(もの)はべつとして、多くの生き物にとって太陽(たいよう)の光とねつはぜったいにひつようだ。だから、動物(どうぶつ)の体には、光の向(む)きと強さを感(かん)じるセンサーがそなわっているし、人間のように2つの"眼(め)"を使(つか)ってまわりのようすを調(しら)べることができる動物もたくさんいる。

眼は自動(じどう)てきに光のりょうやピントをちょうせつするすぐれたズームレンズなのだけど、一方で、とてもだまされやすい。わたしたちは、眼に入ってきた光の先にその光を放(はな)っている"モノ"がある、と思ってしまうが、それはまやかしにすぎない。おふろやプールで手足が短(みじか)く見えたりしたことはないかな?暑(あつ)い日に、アスファルトの道路(どうろ)ごしのけしきがゆらゆらしたり、道路が水をまいたように光って見えたこともあるだろう。かがみにうつったすがた、望遠鏡(ぼうえんきょう)でのぞいたときのようす、テレビやえいがのしくみなど、光にかんけいしたいろいろなふしぎをとき明かすために、さあ、じっけんを始めよう!

やくそく　実験(じっけん)は大人(おとな)の方(かた)といっしょにおこなうこと。レンズで太陽(たいよう)を見(み)ないこと。レンズを日(ひ)の当(あ)たるところにおかないこと。かがみは角(かど)がとがっているので、使(つか)うときは気をつけること。

入っているもの

虫めがね・絵のシート、プリズム、箱カメラボディ・レンズ・うす紙、双眼鏡(そうがんきょう)ボディ・双眼鏡用レンズ 大・小、せんぼうきょうボディ・かがみ2まい、まんげきょうセット、かがみ・スタンド・スプリッター、とうしスコープ・いんさつ物(ぶつ)、かがみ4まい・スタンド4こ・ベース、ぱらぱらマンガ、説明書。用意(ようい)するものは、おうちにあるものを使(つか)おう。

【じゅんび】かがみにほごフィルムがのこっていたら、使う前にフィルムをはがそう。

じっけん1 大きく見よう!虫めがね

つかうもの　虫めがね、絵のシート

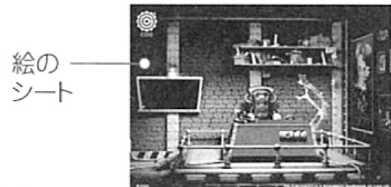
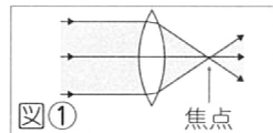
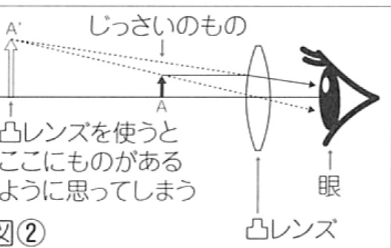
絵のシート

注意(ちゅうい)!　虫(むし)めがねで太陽(たいよう)を見(み)ないこと。

絵の中にかくれたキャラクターを、虫めがねを使ってさがそう。いくつ見つけられるかな。

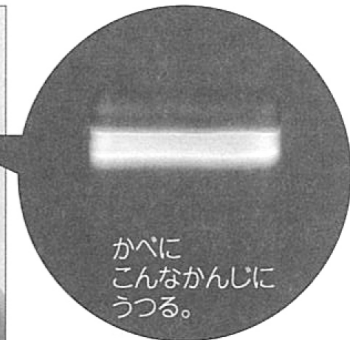
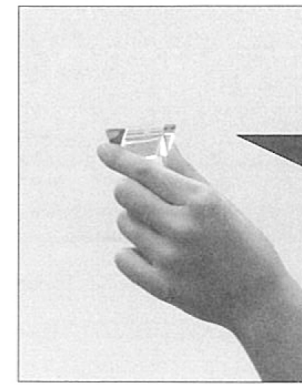
図①　図②

まずは、みなさんがよく知っている虫めがね。虫めがねには、凸(とつ)レンズという真(ま)ん中がふくらんだレンズが使われている(さわってみるとよくわかる)。光は空気や水の中でまっすぐに進(すす)むせいしつを持(も)っている。では、空気から水の中へ、あるいはガラスの中へ進むときはどうなるだろうか?あなたは庭(にわ)に立ち、まどガラスに自分のすがたがうつっているのを見たとしよう。家の中からはガラスごしにあなたが見えるはずだ。つまり、あなたから出た光はまどガラスに反(はん)しゃして、あなたの眼に入るとともに、ガラスを通って家の中の人の眼にもとどく。平行(へいこう)な板(いた)ガラスでは気にならないが、光がレンズを通るとき、レンズ表面(ひょうめん)のカーブによって図①のように曲(ま)がってしまう。この光の曲がり(屈折(くっせつ)という)によって、ものは大きく見えるのだ。曲がって入ってきた光をぎゃくにのばしていった、図②の場所(ばしょ)A'にものがある(本物(ほんもの)よりも大きい)と思ってしまうわけだ。虫めがねに使われている凸レンズでだいじなもう1つのとくちょうは、"光集(あつ)め"ができることだ。図①のように光が集まるところを"焦点(しょうてん)"といい、日光にレンズをかざすと紙が焦(こ)げてしまうのでその名がついている。

＊"光集め"のじっけんは大人(おとな)の方(かた)といっしょにおこなうこと。子どもだけでやってはいけない。火事(かじ)になる危険(きけん)がある。

じっけん2 にじを作るプリズム

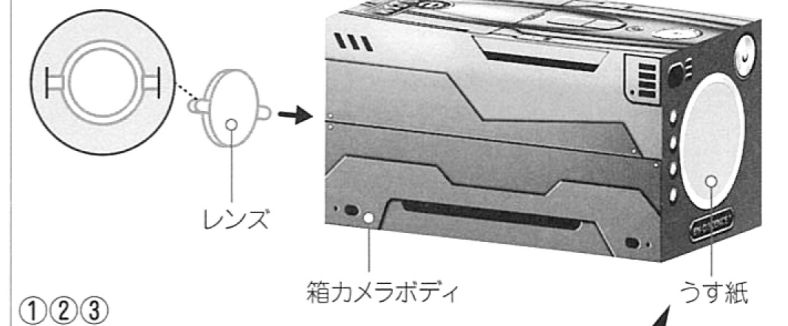
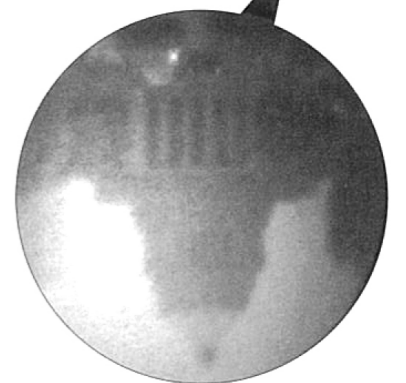
つかうもの　プリズム

注意(ちゅうい)!　プリズムで太陽(たいよう)を見(み)ないこと。

日光をプリズムに当てて、プリズムを通った光をかべにうつし出そう。プリズムの角度(かくど)をかえてゆっくり動(うご)かしていると、にじができるはずだ。昼間ならプリズムを横(よこ)に、朝夕(あさゆう)ならたてに持つとよい。まどべから室内のゆかやかべににじをうつそう。かいちゅうでんとうを使ってもじっけんできる。ふだん、日光には色がついているようには見えないが、本当はいろいろな色がふくまれている。その日光がプリズムを通ると、日光はにじ色に分かいされるのだ。そのわけは、それぞれの色の光がプリズムを通るときに少しずつちがう角度に曲がるからで、通りぬけた光はにじ色のおびになって見える。色の名前は人がつけたので、国や時代(じだい)によってちがいがある。プリズムを通った光をはじめてけんきゅうしたニュートンは、〈赤・だいだい・黄・緑(みどり)・青・あい・むらさき〉の7色とした。赤い色はあまり曲がらず、青やむらさきほど曲がる角度が大きい。
雨のあとに見えるにじもこれと同じ原理で、空気中のたくさんの雨つぶ(大きさ1〜2ミリくらい)がプリズムのように日光を7色に分かいして空にうつし出している。あなたのいるところが晴れていても、にじの出ている所(ところ)は雨ふりなのだ。にじのおびの上にある赤と、下のむらさきとの曲がる角度のちがいがにじのおびの太さになり、およそ太陽(たいよう)4こ分(2°くらい)のはばとなってあらわれる。空のにじは6色や5色とする国が多く、2色や3色という国もあるようだけど、もちろん、色のさかい目はわからない。にじ色が見えるものはほかにもある。CDやこがね虫、水たまりにういた油のまく…身(み)のまわりでにじ色に見えるものをさがしてみよう。

じっけん3 びっくり!箱(はこ)カメラ

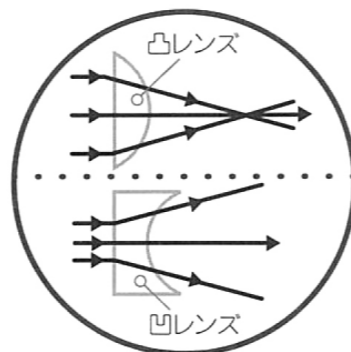
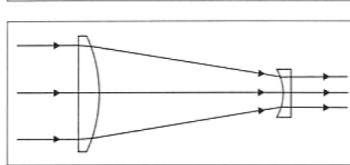
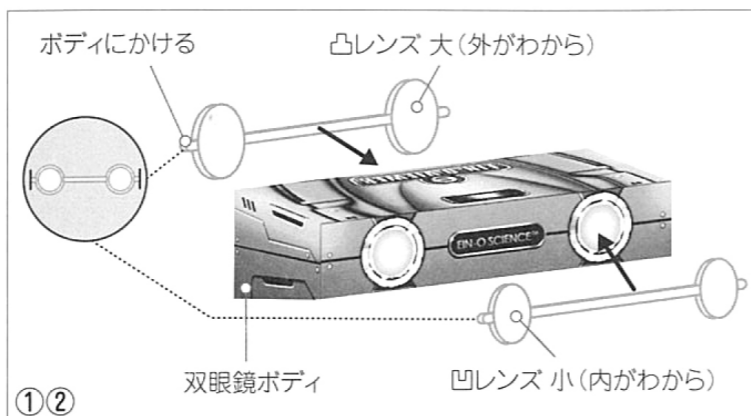
つかうもの　箱カメラボディ、レンズ、うす紙
よういするもの　セロハンテープ

注意(ちゅうい)!　レンズで太陽(たいよう)を見(み)ないこと。箱(はこ)カメラを太陽(たいよう)に向(む)けないこと。

① ボディの小さいあなにレンズを取(と)りつける。レンズの平(たい)らな面(めん)を外に向ける。レンズはボディのうらがわ(黒い方)から取りつける。
② うす紙で大きなあなをふさぐように、ボディのうらがわからはる。
③ カメラボディを組み立てる。
④ カメラを外に向け、うす紙部分(ぶぶん)を見てみよう。さかさまのけしきが見えたかな。

カメラのレンズから入った光は、反対(はんたい)がわのうす紙に焦点(しょうてん)が合うようになっていて、うす紙に像(ぞう)がうつる。しかし、うす紙の像は、さかさまになっている。よく見ると左右も反対になっているのがわかるはずだ。レンズとレンズを通った光が像を作るスクリーンを箱におさめたもの、これがカメラのがんそだ。今のカメラは、どんなにふくざつであってもこの箱カメラと同じ原理でできている。

遠くを近づけて見るメガネ、双眼鏡(そうがんきょう)

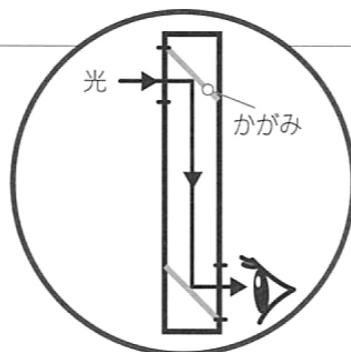
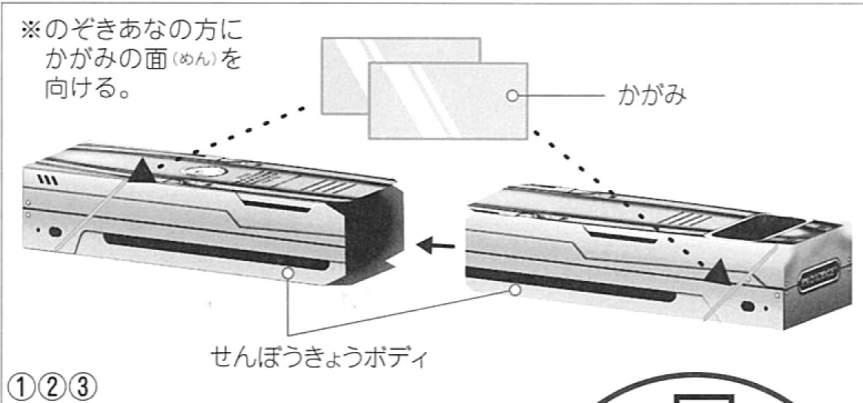
つかうもの 双眼鏡ボディ、双眼鏡用レンズ 大・小

注意(ちゅうい)！ 双眼鏡(そうがんきょう)やレンズで太陽(たいよう)を見(み)ないこと。

① 大きいレンズはボディの外がわから、小さいレンズは内がわから取りつける。どちらもレンズの平らな面を外がわに向ける。
② 双眼鏡ボディを組み立てる。
③ さあ、のぞいてみよう。遠くのものが、大きく見えたかな。

大きい方のレンズは凸(とつ)レンズで、虫めがねと同じように外からの光を屈折(くっせつ)させて大きな像を作るやく目をしている。眼から10センチくらいはなした虫めがねを遠くに向けると、けしきはボケてしまって見えない。そこで、光を広げるやく目をする凹(おう)レンズ（小さい方のレンズ）を使えば、ピントのいちが遠のいて眼の網膜(もうまく)に像をむすぶことができる。このような凸レンズと凹レンズの組み合わせでできる望遠鏡を「ガリレオ式(しき)望遠鏡」とよんでいる。視野(しや=見えるはんい)はせまいが、像がさかさまにならないので、地上のけしきを見るのにつごうがいい(天体を見るために使われる望遠鏡は上下左右がさかさまに見える)。小さくてばいりつのひくいガリレオ式望遠鏡を2こ組み合わせた双眼鏡は、“オペラグラス”ともよばれている。この双眼鏡のばいりつは2倍くらいだ。

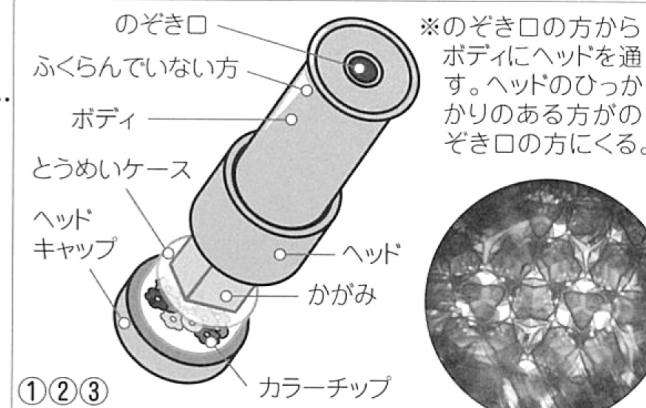
すがたを見せずにまわりを見わたす、せんぼうきょう

つかうもの せんぼうきょうボディ、かがみ2まい

① せんぼうきょうボディを組み立てる。
② かがみをボディに取りつける。
③ ボディを組み合わせる。
④ せんぼうきょうを使えば、へいの向こうがわなども見わたせる。

せんぼうきょうは、そのボディの長さの分だけ高いいちからまわりを見ることができる。せんぼうきょうは名前の通り、せんすいかんについていて、海にもぐったまま、海上のようすを見るのに使われている。てきにすがたを見られてはいけない、せんすいかんならではの道具(どうぐ)だ。
せんぼうきょうは上下のかがみがボディのじく方向(ほうこう)に対(たい)して45度にかたむいていて、上のあなから入った光が2枚のかがみに反(はん)しゃされて、下のあなから見えるこうぞうになっている。上のかがみのボディを反対向きにつけると、うしろも見えるぞ！（ただし、さかさま）

ふしぎなかがみの世界、まんげきょう

つかうもの まんげきょうセット

① ボディをヘッドに通し、のぞき口とかがみを取りつける。
② とうめいケースにカラーチップを入れて、ふたをする。
③ とうめいケースをヘッドに取りつけ、ヘッドキャップでこていする。
④ のぞきながら、クルクル回してみよう。
⑤ デジタルカメラで写真(しゃしん)をとることもできる。
＊ 写真は大人の方にとってもらうこと。

まんげきょうは、ボディとかがみ、そしてカラーチップでできている。まんげきょうのかがみは、カラーチップのもようを反しゃするように組み合わされている。そして、そのかがみの数や角度によって、いろんなもようを見せてくれる。3まいかがみのものいがいに、4まいのかがみが入っているものや、2まいだけのものもある。まんげきょうを回すとカラーチップが動いて、もようがかわるのでとてもきれいだ。
まんげきょうは、200年くらい前、かがみを使って灯台(とうだい)の光を遠くまでとどかせようとけんきゅうしていた、ブリュースターという科学者(かがくしゃ)が発明(はつめい)したすてきなおもちゃだ。
科学てきに調べるなら、三角形のまん中に1こだけ小さなカラーチップをおいて、見え方（反しゃのようす）をスケッチしよう。また、「かがみのモンタージュ」で使うかがみをりようして、2まいや、4まいタイプのまんげきょう作りにチャレンジするのもおもしろい。

カメラによってはとれないものもある。カメラをオートのせっていにする。
※カメラのレンズをきずつけないこと。

光とかがみの芸術

つかうもの かがみ、スタンド、スプリッター
よういするもの かいちゅうでんとう

※かいちゅうでんとうは、スプリッターが小さいので、小さめものがよい。ハロゲン球などを使っている明るさの強いものは、かいちゅうでんとうがあつくなるので使わないこと。

① かがみをスタンドにセットして、少し下向きになるようにする。
② 図のように、かいちゅうでんとうでてらしてみよう。
③ かいちゅうでんとうのいちをかえて、光の方向をたしかめよう。

太陽やランプから、光はまわり中にはっしゃされているはず。でも、そんな光は見えない！（えっ？）“見える”ということは、光があなたの眼に入ってきたということで、太陽やランプそのものが見えるのは、そこから出た光がちょくせつ眼に入ってきたしょうこだ。身のまわりのものやけしきも、あなたの眼に向かってまっすぐ進んでくる光があるからこそ見える。
きりやモヤにつつまれた林(はやし)の中のこもれび、雲間からふりそそぐ光、ドアのすき間からもれる光など、細いすき間を通った光は、“光線”とよぶのにふさわしい。空中にうかんでいる水てきやチリなどのたくさんの小さなつぶが、光をはんしゃして眼にはこんでくるためだ。スプリッターはこのような光線を作り出すじっけんぶひんだ。スプリッターのスリット（すき間）から出た光はまっすぐに進むが、かがみのような反しゃするものにぶつかると進む方向をかえる。このじっけんでは、かいちゅうでんとうの光が、スリットを通ってかがみにぶつかり、ちがう方向に曲がっていくのがよくわかる。かいちゅうでんとうのいちを図の手前に動かしていくと、よりするどい角度で光がおれ曲がる。また、かがみにわゴムをかけて、曲げてみてもおもしろい（写真(しゃしん)）。かがみの面(めん)に対して、入ってくる光と反しゃして出ていく光の向きとのあいだに、何かほうそくがあるだろうか？

見えないものが見えてくる、とうしスコープ

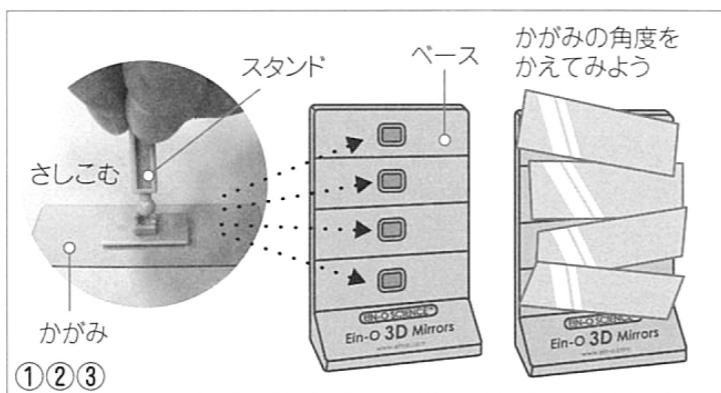
つかうもの とうしスコープ、いんさつ物

① えいごのいんさつ物をうらがえして持つ。
② とうしスコープを紙にぴったり当ててのぞいてみよう。

とうしスコープなしでうらがわから紙を見ても、まわりの光がじゃまをして紙の表(おもて)がわから紙を通かしてやってくる弱い光はかきけされてしまうので、何が書かれているか読むことはできない。しかし、とうしスコープを使えば、まわりの光にじゃまされることなく、紙の表がわからの弱い光りだけを見ることができるので、表がわに書かれた文字がはっきり読めるのだ。
かすかな弱い光、たとえば星や遠くの山なみは、よく見えるときと見えないときがある。ちがいは何だろうか?遠くのけしきと自分との間にある空気のつぶや、そこにうかんでいるチリが光をうけて、コントラスト（明るさのちがい）を弱めているからだ。山なみならば、上空がくもっているときの方がよく見える。とうしスコープのたね明かしは、字が書かれていないうらがわをてらして、コントラストを弱めているじゃまな光をさえぎるやく目をしている、ただの紙づつなのだが、こんなかんたんな道具(どうぐ)にも科学のふしぎを見つけ出すことができる。

かがみのモンタージュ

つかうもの かがみ 4まい、スタンド 4こ、ベース

① かがみのうらがわに、スタンドをそれぞれはりつける。
② かがみをベースに取りつける。スタンドは長いものと短いものがあるので、それぞれこうごになるようにする。
③ かがみに自分の顔をうつして、顔がしっかり見えるようにかがみの向きをちょうせつしよう。

顔に近いかがみは像を大きくうつし出し、顔から遠いかがみは像が小さくうつる。家のせん面台のかがみでもためしてみよう。この実験では、大きくうつった顔の部分と小さくうつった顔の部分が組み合わさって見えるので、あなたの顔がふだんとちがってヘンな感じになってしまうのだ。
それぞれのかがみのかたむきをちょうせつすると、ほかにもおもしろい像を作ることができる。たとえば、写真のように同じ場所が4つ、同時に見えるようにもできる。これは、「光とかがみの芸術」でかがみを曲げたときと同じで、たくさんの平らなかがみを使って凸レンズのように光集めもできるということだ。

かんたんアニメーション、ぱらぱらマンガ

じっけん 10

つかうもの ぱらぱらマンガ

① ぱらぱらマンガをもって、ぱらぱらとすばやくページを送(おく)っていこう。
② マンガの絵が動くのがわかるかな。

アニメーションを作るときは、ちょっとずつちがう絵を何千まいもかかなければならない。絵1まい1まいはべつべつだが、ぱらぱらマンガをすばやくめくると、脳(のう)は1まいずつの絵ではなく全体(ぜんたい)のシーンとしてとらえてしまう。本物のアニメもカメラを使って1まい1まいちがった絵をさつえいして作られていて、絵の動きをあらわす原理はこのぱらぱらマンガと同じだ。えいがでは1秒(びょう)間に24まいの絵や写真がうつされているが、わたしたちにはなめらかな動きに見える。むかしのえいががカクカクした動きなのは、まい数が少ないからだ。テレビ放送(ほうそう)のしくみはえいがとはちがうが、1つの画面(がめん)を1まいの絵とすると、1秒間におよそ30まいの絵がうつっていることになる。だから、テレビ画面をカメラでとるときは1/30秒よりもおそいシャッタースピードでさつえいしなければ、ちゅうとはんぱにかけた画面になってしまう。

⚠ 注　意（ちゅうい）

保護者の方へ　ご使用の前に必ずお読み下さい

- 小さな部品がありますので、誤って飲み込まないように注意して下さい。窒息などの危険があります。
- 誤飲の危険がありますので、対象年齢未満のお子さまには絶対に与えないで下さい。
- レンズ・プリズム・鏡やセットの実験道具などを直射日光の当たる場所に置かないで下さい。光の屈折や反射によって、発火の危険があります。
- レンズ・プリズム・鏡やセットの実験道具などで太陽などの強い光源を絶対にのぞかないで下さい。目を傷める恐れがあります。
- “光集め”の実験は、保護者の方といっしょにおこないましょう。子どもだけでやってはいけません。火事の危険があります。
- 鏡は、角が尖っていますので危険です。本来の目的以外では、絶対に使用しないで下さい。特に小さなお子さまのいる家庭では注意して下さい。